

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-160234

(P2001-160234A)

(43)公開日 平成13年6月12日(2001.6.12)

(51)Int.Cl.

G 11 B 7/135

識別記号

F I

G 11 B 7/135

テマコード(参考)

Z 5 D 11 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L. (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平11-341081

(22)出願日

平成11年11月30日(1999.11.30)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 北林 淳一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74)代理人 100079843

弁理士 高野 明近 (外2名)

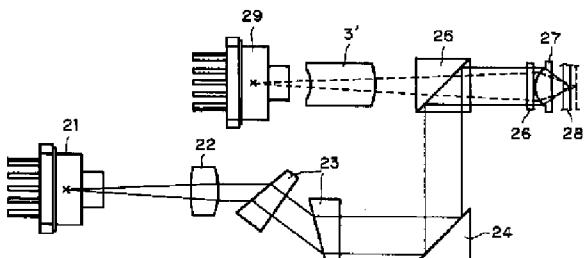
F ターム(参考) 5D119 AA41 BA01 BB01 EC01 FA05  
JA06 JA43

(54)【発明の名称】光ピックアップシステム

(57)【要約】

【課題】 例えはDVD用とCD用記録再生光学系を有するシステムにおいて、CD側の光利用効率を向上させて記録速度を増加させ、またCD側のNAを増加させて記録特性を改善し、全体の光学レイアウトを簡素化して装置の小型化を可能にする。

【解決手段】 CDの記録再生を行う場合、半導体レーザチップが搭載された第2のホログラムユニット29からの発散光束は有限系アナモルフィックレンズ3'によりカップリングされ、かつ強度分布が楕円状から円形状に整形される。ここでアナモルフィックレンズ3'を透過した光束は発散光となる。上記の構成により、発散光路において半導体レーザのビーム形状を楕円から円形に整形できるため光利用効率が向上し、対物レンズ27の設計値とは異なる基板厚の光ディスクを記録再生する場合にも、対物レンズ27への入射光束を発散光として球面収差を補正しているので、大きな開口数(NA)が可能であり、回折限界の盤面スポットを形成できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板厚の異なる複数種類の光ディスクが適用可能で、該光ディスクに対して、共通の対物レンズを用いて記録再生を行う光ピックアップシステムにおいて、射出光束が発散光となるアナモルフィックレンズを有し、該アナモルフィックレンズにより半導体レーザから出射した光束をカップリングすることを特徴とした光ピックアップシステム。

【請求項2】 請求項1に記載の光ピックアップシステムにおいて、前記発散光の波面形状が球面波であることを特徴とした光ピックアップシステム。

【請求項3】 請求項1に記載の光ピックアップシステムにおいて、前記射出光束が発散光となるアナモルフィックレンズを第1のアナモルフィックレンズとし、該第1のアナモルフィックレンズが作用する光路とは異なる光路中に、射出光束が平行光となる第2のアナモルフィックレンズが備えられ、該第2のアナモルフィックレンズにより第2の半導体レーザから出射した光束をカップリングすることを特徴とした光ピックアップシステム。

【請求項4】 請求項3に記載の光ピックアップシステムにおける前記第1のアナモルフィックレンズを、前記第2のアナモルフィックレンズと同形状のアナモルフィックレンズ及び凹レンズよりなる光学系に置き換えて構成したことを特徴とした光ピックアップシステム。

【請求項5】 基板厚の異なる複数種類の光ディスクが適用可能で、該光ディスクに対して共通の対物レンズを用いて記録再生を行う光ピックアップシステムにおいて、射出光束が収束光となるアナモルフィックレンズを有し、該アナモルフィックレンズにより半導体レーザからの光束をカップリングすることを特徴とした光ピックアップシステム。

【請求項6】 請求項5に記載の光ピックアップシステムにおいて、前記収束光の波面形状が球面波であることを特徴とした光ピックアップシステム。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ピックアップに関し、より詳細には、レーザプリンタ光学系に応用可能な光ピックアップであって、CD、DVD、S-DVDなど基板厚の異なる複数規格の光ディスクを記録再生する光ディスクドライブ装置における光ピックアップに関する。

### 【0002】

【従来の技術】図10は、最近のCD/DVD兼用光ピックアップの光学系レイアウトを示す概略構成図で、図中、21は第1のホログラムユニット、22は第1のコリメートレンズ、23はビーム整形プリズム、24はミラー、25はダイクロイックプリズム、26は波長選択性アーチャ、27は対物レンズ、28はDVDまたはCDディスク、29は第2のホログラムユニット、30

は第2のコリメートレンズである。

【0003】 (DVDの記録再生を行う時) 波長650nmの半導体レーザチップが搭載された第1のホログラムユニット21から出射した発散光束は、第1のコリメートレンズ22により平行光束に変換される。変換された光束は強度分布が梢円状であるため、2個1組のビーム整形プリズム23により円形ビームに整形される。整形された光束はミラー24で反射し、さらにダイクロイックプリズム25で反射した後、波長選択性アーチャ26でNA0.6に対応するビーム径に絞られた後、対物レンズ27により基板厚0.6mmのDVDディスク28上にスポットを形成する。

【0004】 波長選択性アーチャ26と対物レンズ27は一体となって、図示しないアクチュエータによりトラック方向やフォーカス方向に駆動される。対物レンズ27はDVDの基板厚、波長、NAに合わせて設計されているので、スポットはほぼ回折限界程度に小さくなる。DVDディスク28からの反射光は最初の光路を逆進して、第1のホログラムユニット21のホログラムで回折し、半導体レーザチップ近傍の受光素子に入射して各種信号を発生する。

【0005】 (CDの再生をおこなう時) 波長780nmの半導体レーザチップが搭載された第2のホログラムユニット29から出射した発散光束は、第2のコリメートレンズ30により少し集光されるが、依然として発散光のままダイクロイックプリズム25を透過する。透過した光束の強度分布は円形に整形されることなく梢円のままである。発散光は波長選択性アーチャ26を中心の一部分だけが選択透過される。

【0006】 対物レンズ27は無限系DVD用(平行光入射、基板厚0.6mm、波長650nm)であるが、よく知られているように(例えば特開平10-255306号公報)、CD系の条件(基板厚1.2mm、波長780nm)のときには、ある倍率の有限系(発散光入射)として使うと、回折限界程度の集光スポットを得ることができる。CDディスク28からの反射光は最初の光路を逆進して、第2のホログラムユニット29のホログラムで回折し、半導体レーザチップ近傍の受光素子に入射して各種信号を発生する。

【0007】 ここで問題となるのは、CD側の光束は常に発散光であるため、DVD側のようなプリズムを用いたビーム整形ができないことである。もし発散光をプリズムでビーム整形すると、非点収差が発生し、ディスク面スポットが回折限界に絞られなくなるからである。ビーム整形ができないので、半導体レーザからの光束は梢円形状のまま対物レンズ27に入射する。ディスク面のスポットを小さく絞るためにRIM(レンズ入射瞳端部での光束の強度)を大きくするには、梢円の中心部だけを使わざるをえない。従って光量ロスが大きくなり、光利用効率が劣化する。

【0008】例えば図11において、半導体レーザチップによる光源1からの光束の、直交する平面上における発散角をそれぞれ8°と22°、RIMを40%以上とすると、光源から出射した光束がディスク面に到達するまでの光利用効率は、整形なしの時は27%（斜線部）、整形ありの時は60%（楕円部）となる。

【0009】以上より、ビーム整形のないCD側の光路は光利用効率が悪く盤面パワーを上げることができない。もしホログラムユニットに高出力の半導体レーザチップを無理に搭載すると、受光素子への熱的影響や迷光が問題となる。従ってCD側は再生に用いるだけであった。

【0010】しかし、CD-RやCD-RWなどの記録系ディスクへの需要も根強く、CD/DVD共に記録可能な光ピックアップが望まれていた。従来の技術を用いて有限光路中でビーム整形を行うには、例えば特開平8-203114号公報の図1のような構成となる。すなわち半導体レーザからの発散光を、コリメータレンズで平行光にしてビーム整形プリズムで整形した後に、発散レンズで発散光にする。しかしながら、上記の構成をCD/DVD兼用の光ピックアップに適用すると、部品数が増えて光路が延びるため小型化できない、また調整が厳しくなり環境変動にも不安定になる、というような問題が発生する。

【0011】一方有限系は、トラッキング動作により対物レンズが光軸垂直方向に移動した場合、無限系よりも収差を発生しやすい。このためにCD/DVDともに無限系で使うことができる対物レンズ、あるいはその周辺部品の開発が行われている。このような部品を用いると、CD側もビーム整形が可能となる。例えば特開平9-54973号公報には、波長選択性HOLEにより、基板厚の違いにより発生するCD側の球面収差だけを補正するCD/DVD兼用対物レンズ方式が開示されている。しかしながら上記公報の波長選択性ホログラムを用いる方式では、ホログラムの回折効率が低くCD側の盤面パワーが劣化する。

【0012】また、特開平10-143905号公報には、対物レンズに入射する光束を3輪帶に分割し、CDでは1、2輪帶を、DVDでは1、3輪帶を利用するCD/DVD兼用対物レンズ方式が開示されている。しかしながら、上記公報の位相調整素子を用いる方式では、文中の第2光束の影響でDVD側のスポットピーク強度が低下する。

【0013】また、特開平10-334504号公報には、波長選択性位相板により、基板厚の違いにより発生するCD側の球面収差だけを補正するCD/DVD兼用対物レンズ方式が開示されている。しかしながら、上記公報の波長選択性位相板を用いる方式では、CD側のNAを増加させると周辺の輪帶膜の幅が狭くなり、加工が困難になり、配置精度も厳しくなる。また回折フレア光も

発生しやすくなるなど波面劣化、光量低下が起きる。結局、従来技術では目的にかなう光ピックアップは実現できなかった。

【0014】本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたもので、CD側の光利用効率を向上して記録速度を増加させ、CD側のNAを増加させて記録特性を改善し、全体光学レイアウトを簡素化して装置を小型化することを可能にした光ピックアップシステムを提供することを目的とするものである。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、基板厚の異なる複数種類の光ディスクが適用可能で、該光ディスクに対して、共通の対物レンズを用いて記録再生を行う光ピックアップシステムにおいて、射出光束が発散光となるアナモルフィックレンズを有し、該アナモルフィックレンズにより半導体レーザから出射した光束をカップリングすることを特徴としたものである。

【0016】請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記発散光の波面形状が球面波であることを特徴としたものである。

【0017】請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記射出光束が発散光となるアナモルフィックレンズを第1のアナモルフィックレンズとし、該第1のアナモルフィックレンズが作用する光路とは異なる光路中に、射出光束が平行光となる第2のアナモルフィックレンズが備えられ、該第2のアナモルフィックレンズにより第2の半導体レーザから出射した光束をカップリングすることを特徴としたものである。

【0018】請求項4の発明は、請求項3の発明における前記第1のアナモルフィックレンズを、前記第2のアナモルフィックレンズと同形状のアナモルフィックレンズ及び凹レンズよりなる光学系に置き換えて構成したことを特徴としたものである。

【0019】請求項5の発明は、基板厚の異なる複数種類の光ディスクが適用可能で、該光ディスクに対して共通の対物レンズを用いて記録再生を行う光ピックアップシステムにおいて、射出光束が収束光となるアナモルフィックレンズを有し、該アナモルフィックレンズにより半導体レーザからの光束をカップリングすることを特徴としたものである。

【0020】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記収束光の波面形状が球面波であることを特徴としたものである。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】以下に添付された図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、実施形態を説明するための全図において、同様の機能を有する部分には同一の符号を付け、また従来例とも同様とし、その繰り返しの説明は省略する。

【請求項1及び2の発明】図1及び図2は、有限系アナ

モルフィックレンズが原理的に設計可能であることを説明するための図で、各図において、1は光源、2はホログラムが形成されるホログラムユニットのカバーガラス、3はアナモルフィックレンズ、4はDVD用対物レンズ、5はディスク、H, H'は主点である。

【0022】図1は、従来の無限系アナモルフィックレンズ系の構成及び光路を示す図で、YZ平面の光路を図1(A)に、XZ平面を図1(B)に示すものである。半導体レーザによる光源1からの発散光束は、YZ平面上とXZ平面上とで発散角度が異なる。YZ面上での発散角度は小さいため、主点Hの位置は光源1から比較的離れた位置に設定される。一方XZ面上での発散角度は大きいため、主点H'の位置は光源1に比較的近い位置に設定される。この結果、射出ビーム径は2つの面上で等しくなるので、ビーム形状が橭円から円形に整形される。

【0023】アナモルフィックレンズでは面形状を変えることにより、2つの主点H, H'をそれぞれ独立して移動することができる。例えば図2(A)に示す光学系のYZ面において、2つの面の基準球面の曲率半径を変更し、YZ面での焦点距離を変えずにHを左に移動させると射出光は発散光となる。図2(B)に示すXZ面についても同様にH'を移動することができる。ここで2つの面上で非点収差が発生しないようにH'の位置を設定すればよい。このような設計では、無限系から有限系に変更したときに元の整形倍率が若干変化するが、予めこのことを考慮して無限系の整形倍率を設定しておけば問題はない。

【0024】[請求項2の発明]ここで重要なことは、アナモルフィックレンズからの射出波面を2次形状(球面)にすることである。DVD用対物レンズは、1.2mm厚のCD基板により4次の球面収差を発生するが、これを直接アナモルフィックレンズの非球面係数で補正する場合、対物レンズのトラッキングレンズシフトがあると、大きな波面収差を発生してしまう。試算によると、対物レンズが光軸直交方向に0.2mm移動したとき、2次形状の波面では波面収差は $0.023\lambda_{\text{rm}}^2$ 、4次形状の波面では $0.216\lambda_{\text{rm}}^2$ 增加する。従って、前述した特開平10-334504号公報のようにCD基板で発生する収差だけを補正する方式は、レンズシフトに弱いためレンズと一緒に駆動させる必要がある。この組付け調整精度は非常に厳しくなる。有限系は無限系よりもレンズシフトに弱くなるが、このように射出波面を2次形状(球面)にすると、波面収差の増加量を実用上は差し支えのない値に抑えることができる。

【0025】図3は、上記のようにして設計した有限系アナモルフィックレンズ3'の光学系の構成及び光路を示す図で、YZ平面を図3(A)に、XZ平面を図3(B)に示すものである。図3において、特に4は無限系対物レンズ、5は基板厚1.2mmのCDディスクを

示す。図4及び図5にレンズデータを示す。

【0026】図6は、図10に示す従来の光ピックアップのCD側に、コリメートレンズ30の代わりに有限系アナモルフィックレンズ3'を配した実施例を示す図である。DVD側の光路は、図10の従来例と同じである。

(CDの記録再生をおこなう時)波長780nmの半導体レーザチップが搭載された第2のホログラムユニット29からの発散光束は、本発明の有限系アナモルフィックレンズ3'によりカップリングされ、かつ強度分布が橭円状から円形状に整形される。ここで、アナモルフィックレンズ3'を透過した光束は発散光となる。以下は従来例と同じである。

【0027】[請求項3の発明]図7は、図6に示す光ピックアップのDVD側を、無限系アナモルフィックレンズ3を使った光学系に置き換えた構成の実施例である。CD側の光路は、図6に示す実施例と同じである。

(DVDの記録再生を行う時)波長650nmの半導体レーザチップが搭載されたホログラムユニット21からの発散光束は、公知の、例えば特開平6-274931号公報に開示された無限系アナモルフィックレンズ3により平行光束に変換され、かつ強度分布が橭円状から円形状に整形される。以下の光路は従来例と同じである。

【0028】[請求項4の発明]図8は、図7に示す構成の光ピックアップのCD側を、DVD側と同形状の無限系アナモルフィックレンズ3を使った光学系で置き換えて、凹レンズ31で発散光にした構成の実施例を示す図である。DVD側の光路は図7に示す実施例と同じである。

(CDの記録再生を行う時)波長780nmの半導体レーザチップが搭載されたホログラムユニット29からの発散光束は、DVD側と同形状の無限系アナモルフィックレンズ3により平行光にコリメートされる。凹レンズ31はこの平行光を発散光に変換する。以下の光路は従来例と同じである。

【0029】[請求項5及び6の発明]図9は、図7に示す光ピックアップのCD側の発散の有限系アナモルフィックレンズ3'を、収束の有限系アナモルフィックレンズ3''に置き変えた構成の実施例を示す図である。DVDよりも記録密度の高いS-DVDでは、NAがDVDよりも大きくなるために基板厚も0.6mmから0.4mm程度になる。この時にもDVD用の対物レンズを使用するには、S-DVDの対物レンズへの入射光束を収束光にすれば良い。DVDの光路は図7に示す実施例と同じである。

【0030】(S-DVDの記録再生をおこなう時)波長400nmの半導体レーザチップが搭載されたホログラムユニット29からの発散光束は、射出光が収束光となる有限系アナモルフィックレンズ3'によりコリメートされる。以下の光路は従来例と同じである。

**【0031】** [請求項6の発明] 収束光の時も、発散光の時と同様に波面形状を球面波にすることにより、対物レンズのトラックレンズシフトに対して、波面収差の増加を抑えることができる。

**【0032】** 以上、有限系アナモルフィックレンズの実施例について説明したが、本発明は上述された態様に限定されることなく、単一光路の光ピックアップにおいて当該レンズが使われている場合や、3光路以上の光ピックアップにおいて当該レンズが使われている場合においても有効である。

### 【0033】

**【発明の効果】** 以上の説明から明らかなように、請求項1の発明によれば、基板厚の異なる複数の光ディスクを、共通の対物レンズを用いて記録再生を行う光ピックアップにおいて、射出光束が発散光となるようなアナモルフィックレンズにより半導体レーザからの光束をカップリングしているので、(1) 発散光路において、半導体レーザのビーム形状を橢円から円形に整形することが可能であり、光利用効率が向上し、(2) 対物レンズの設計値とは異なる基板厚の光ディスクを記録再生する場合にも、対物レンズへの入射光束を発散光として球面収差を補正しているので、大きな開口数(NA)が可能であり、回折限界の盤面スポットを形成することが可能となり、(3) 有限系アナモルフィックレンズにより、従来のコリメートレンズ+整形プリズム+発散レンズの構成が簡素化されて、装置を小型化できる。

**【0034】** 請求項2の発明によれば、アナモルフィックレンズから出射する発散光の波面形状を球面波としているので、対物レンズのトラッキング動作による光軸垂直移動に対しても、波面収差の増加を抑えることが可能となる。

**【0035】** 請求項3の発明によれば、射出光束が発散光となるアナモルフィックレンズとは異なる光路中に、射出光束が平行光となるアナモルフィックレンズを有し、そのアナモルフィックレンズによりもう一方の半導体レーザからの光束をカップリングしているので、光路が曲がってしまうような従来のビーム整形素子を用いたレイアウトと比較すると、両方の光路の光軸を平行にそろえることができるので、レイアウトの小型化やフレキ結線の簡素化が可能となる。

**【0036】** 請求項4の発明によれば、射出光束が発散光となるようなアナモルフィックレンズを、もう一方の射出光束が平行光となるようなアナモルフィックレンズと同形状のレンズと凹レンズとに置き換えた事により、同一部品を2個使う事で、部品やハウジングのコストダウンが可能となる。

**【0037】** 請求項5の発明によれば、基板厚の異なる複数の光ディスクを、共通の対物レンズを用いて記録再生を行う光ピックアップにおいて、射出光束が収束光となるようなアナモルフィックレンズにより半導体レーザ

からの光束をカップリングしているので、(1) 収束光路中において、半導体レーザのビーム形状を橢円から円形に整形することが可能であり、光利用効率が向上し、(2) 対物レンズの設計値とは異なる基板厚の光ディスクを記録再生する場合にも、対物レンズへの入射光束を収束光として球面収差を補正しているので、大きな開口数(NA)が可能であり、回折限界の盤面スポットを形成することが可能となり、(3) 有限系アナモルフィックレンズにより、従来のコリメートレンズ+整形プリズム+収束レンズの構成が簡素化されて、装置を小型化することができる。

**【0038】** 請求項6の発明によれば、収束光の波面形状を球面波としているので、対物レンズのトラッキング動作による光軸垂直移動に対しても、波面収差の増加を抑えることが可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

**【図1】** 本発明に適用する有限系アナモルフィックレンズの設計を説明するための図で、従来の無限系アナモルフィックレンズを示す図である。

**【図2】** 有限系アナモルフィックレンズの設計を説明するための光学系を示す図で、得られた有限系アナモルフィックレンズをの光学系を示す図である。

**【図3】** 有限系アナモルフィックレンズの光路を直交する平面毎に示す図である。

**【図4】** アナモルフィックレンズのレンズデータを示す図である。

**【図5】** アナモルフィックレンズの他レンズデータを示す図である。

**【図6】** 本発明の光ピックアップの一実施例の構成を示す概略図である。

**【図7】** 本発明の光ピックアップの他の実施例の構成を示す概略図である。

**【図8】** 本発明の光ピックアップのさらに他の実施例の構成を示す概略図である。

**【図9】** 本発明の光ピックアップのさらに他の実施例の構成を示す概略図である。

**【図10】** 従来のCD/DVD兼用光ピックアップの光学系の一例を示す概略構成図である。

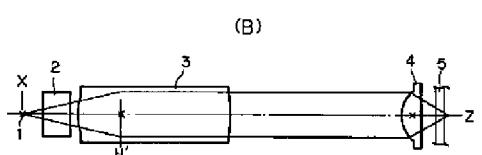
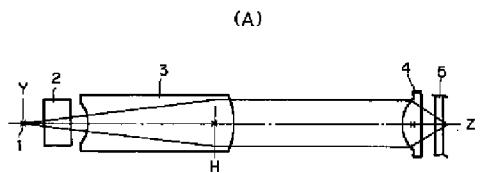
**【図11】** 直行平面において発散角が異なる光束の光利用効率を説明するための図である。

### 【符号の説明】

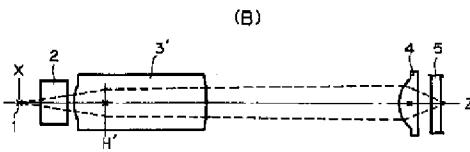
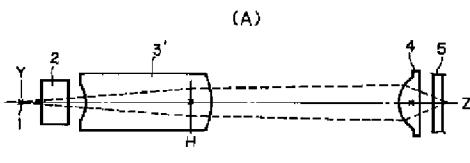
1…光源、2…ホログラムユニットのカバーガラス、3…無限系アナモルフィックレンズ、3'，3''…有限系アナモルフィックレンズ、4…DVD用対物レンズ、5…ディスク、21…第1のホログラムユニット、22…第1のコリメートレンズ、23…ビーム整形プリズム、24…ミラー、25…ダイクロイックプリズム、26…波長選択性アーチャ、27…対物レンズ、28…DVDまたはCDディスク、29…第2のホログラムユニット、30…第2のコリメートレンズ、31…凹レンズ、

H, H' …主点。

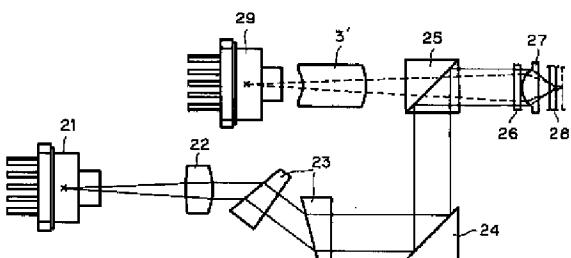
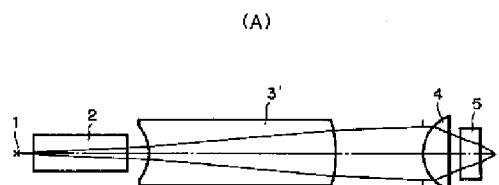
【図1】



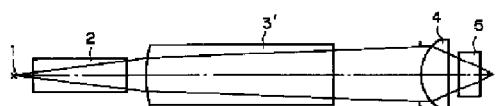
【図2】



【図3】



(B)



【図5】

アナモルフィック面データ

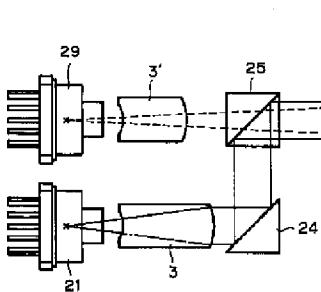
第3面	KY: 0.7127	KX: 0.6644	RDX: 6.1427
	AR:-0.1612E-03	BR:-0.2019E-02	CR: 0.7672E-03 DR:-0.4705E-04
	AP:-0.2069E+01	BP: 0.7803E+00	CP: 0.8061E+00 DP: 0.1342E+01
第4面	KY: 0.1526	KX: 13.3716	RDX:-20.7741
	AR: 0.5834E-03	BR: 0.7921E-05	CR: 0.1042E-05 DR:-0.1605E-08
	AP:-0.2037E+00	BP:-0.1772E+00	CP:-0.8550E-01 DP:-0.9338E+00

【図4】

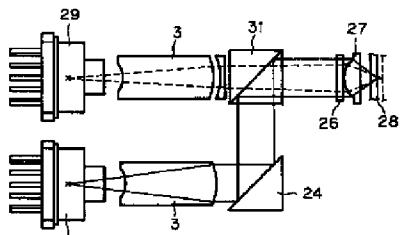
有限系アナモルフィックレンズ設計データ

仕様	波長	780nm		
物体側	$N.A.y = 0.067, N.A.x = 0.152$			
ピーム整形倍率	2.27			
像側	$N.A. = 0.50$			
軸上波面収差	0.02λ rms			
面データ				
No.	RDY	THI	GLA	
OBJ	INF	0.7272	1.0	光源
1	INF	5.3700	1.5112	ガラス
2	INF	1.1	1.0	
3	-2.7727	10.6780	1.5855	アナモルフィック面
4	-7.3200	5.0	1.0	アナモルフィック面
ST0	INF	0.0	1.0	絞り面 ( $\Phi 3.04$ )
6	2.0000	1.4500	1.7190	非球面
7	40.0000	0.6	1.0	非球面
8	INF	1.2	1.5728	ディスク面
9	INF	0.8629	1.0	
IMG	INF	0.0	1.0	像面
RDY:曲率半径 mm (アナモルフィック面の時はYZ面での曲率半径)				
THI:面間距離 mm				
GLA:屈折率 —				
INF:無限				

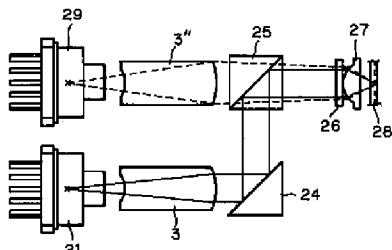
【図7】



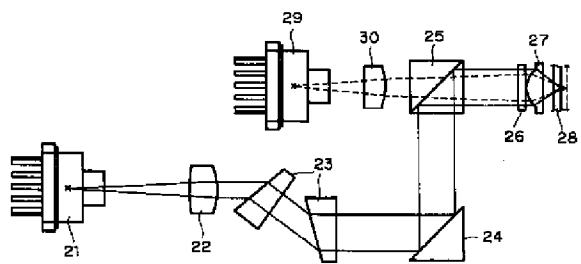
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

